



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

## (12) Patentschrift

(10) DE 198 20 821 C 1

(51) Int. Cl. 6:

H 01 H 50/18

H 01 H 59/00

(21) Aktenzeichen: 198 20 821.9-34  
 (22) Anmeldetag: 9. 5. 98  
 (43) Offenlegungstag: -  
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 16. 12. 99

DE 198 20 821 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## (73) Patentinhaber:

Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH, 55129 Mainz, DE

## (72) Erfinder:

Michel, Frank, Dr., 55268 Nieder-Olm, DE; Ren, Hua, Dr., 55122 Mainz, DE; Schmitz, Felix, 55118 Mainz, DE

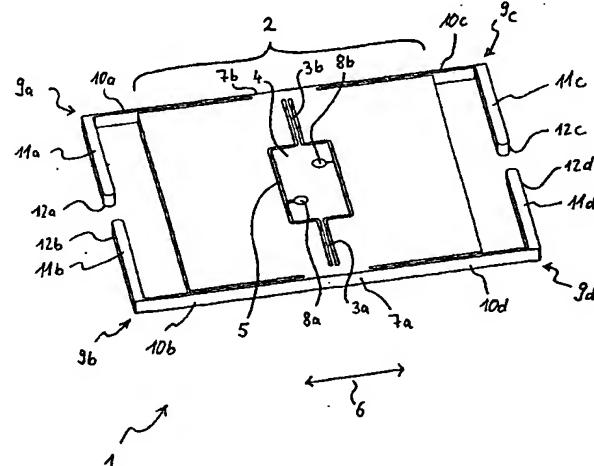
## (56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 03 665 A1  
 EP 05 23 855 B1  
 EP 07 80 858 A1  
 EP 05 73 267 A1  
 WO 95 17 760 A1

Min shifts gears at Integrated Micromachines.  
 In: Micromachine Devices. Sept. 1996, S.7-8;  
 FULLIN, E. et al.: A new basic technology for  
 magnetic micro-actuators. In: Proceedings of  
 IEEE, 11th International Workshop on Micro Electro Mechanical Systems, Jan.25-29, 1998, Heidelberg, S.143-147;

## (54) Elektromagnetisches Relais

(57) Ein elektromagnetisches Relais mit einem Wippanker (1) weist eine Ankerplatte (2) auf, die über zwei Torsionsfedern (3a, 3b), die mit einer Halteplatte (4) verbunden sind, quer zur Längsrichtung (6) der Ankerplatte (2) drehbar aufgehängt ist. Die Aufgabe, ein miniaturisiertes Relais bereitzustellen, wird dadurch gelöst, daß die zwei Torsionsfedern (3a, 3b) und die Halteplatte (4) des Wippankers (1) in einer Ausnehmung (5) der Ankerplatte (2) angeordnet sind. Vorteilhaft sind die Torsionsfedern (3a, 3b), die Halteplatte (4) sowie Kontaktfedern (9a-d), die elektrische Arbeitskontakte (12a-d) aufweisen, einstückiger Bestandteil der Ankerplatte (2). Dieses Relais weist sowohl geringe Luftspaltverluste im Magnetkreis als auch geringe lokale mechanische Spannungen im Bereich der Torsionsfedern auf.



DE 198 20 821 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Relais mit mindestens einem Wippanker, bei dem eine Ankerplatte über zwei Torsionsfedern, die mit mindestens einer Halteplatte verbunden sind, quer zur Längsrichtung der Ankerplatte drehbar aufgehängt ist.

Zum Einsatz insbesondere in der Telekommunikation besteht ein zunehmender Bedarf an miniaturisierten elektromagnetischen Relais in kompakter Bauform, die vergleichbar elektronischer Bauteile in SMD-Technik angeschlossen werden können.

In der DE 33 03 665 A1 wird ein polarisiertes elektromagnetisches Relais beschrieben, das einen Wippanker aufweist, der mit seinem Mittelteil schwenkbar gelagert ist und mit den beweglichen Kontakt elementen unmittelbar im Ein griff steht. Der Anker selbst ist mittels einer eingeprägten zylindrischen Vertiefung auf einer zylindrisch geformten Rippe des Spulenflansches gelagert. Zur elektrischen Isolierung zu den beweglichen Kontakt elementen kann der Anker mit einer Isolierfolie bedeckt sein. Nach einer anderen Variante sind die beweglichen Kontakt elemente hierzu über ein Isolierstück am Anker befestigt. Der Anker und die beweglichen Kontakt elemente können für unterschiedlichen Magnetsysteme verwendet werden. So kann bei einem symmetrischen Aufbau des Magnetsystems mit einem in der Mitte zwischen zwei Spulen angeordneten Dauermagneten die Lagerstelle für den Anker unmittelbar durch den Dauermagneten oder durch ein auf dem Dauermagneten angeordnetes Lagerstück gebildet sein.

Bei dem in der EP 0 523 855 B1 beschriebenen elektromagnetischen Relais ist ein Wippanker vorgesehen, der an seinen beiden Seiten jeweils ein über ein mittig angeordnetes Isolierstück mit dem Wippanker verbundenes Kontakt federpaar trägt. Der Wippanker weist mittig einen quer zur Längsrichtung angeordneten zylindrischen Vorsprung auf, der auf dem Dauermagneten aufliegt, wodurch der Wippanker drehbar gelagert ist. In der Höhe dieser Drehachse ist seitlich nach außen an jeder Kontakt feder ein U-förmig gebogener Schwenkarm angeformt, der mit einem elektrischen Kontakt des Bauteils fest verbunden ist. Durch die spezielle Ausgestaltung des Schwenkarms wird die Drehbewegung des Wippankers nicht behindert. An einem Ende bzw. an beiden Enden des Wippankers kann jeweils ein nicht magnetisierbare Platte befestigt sein, wodurch ein monostabiles bzw. bistabiles Relais erhalten wird.

Mit zunehmender Verkleinerung der Bauteile treten Reibungseffekte in den Vordergrund, so daß die oben aufgeführten Relaiskonstruktionen mit einem auf einer Schneide oder einem Radius gelagerten Wippanker nicht ohne weiteres miniaturisierbar sind. Die nachfolgend beschriebenen Bauformen lösen dieses Problem durch die Verwendung von mikromechanischen Torsionsfedern.

Die EP 0 573 267 A1 beschreibt ein miniaturisiertes Relais, das einen in einem äußeren Rahmen angeordneten und mit diesem über zwei Torsionsfedern verbundenen Wippanker aufweist. Der äußere Rahmen, die Torsionsfedern und der Wippanker sind einstückig aus Silizium über lithographische Verfahren und Ätztechniken hergestellt. Die beiden Enden des Wippankers weisen auf ihrer Unterseite jeweils einen elektrischen Kontakt und einen flachen Körper aus weichmagnetischem Material auf. Der Rahmen mit dem Wippanker ist auf einem Grundteil angeordnet, das gegenüberliegend den Bereichen des weichmagnetischen Materials als der Unterseite des Wippankers jeweils eine Spulenanordnung zur Auslenkung des Wippankers aufweist. Zur Trennung der beiden Magnetkreise ist im Grundteil zwischen den beiden Spulen ein Spalt vorgesehen.

Ein weiteres miniaturisiertes Relais wird in der EP 780 858 A1 beschrieben. Dieses Relais weist ebenfalls einen mittig über Torsionsfedern gelagerten Wippanker auf. Die seitlich vom langgestreckten Wippanker angeordneten 5 Torsionsfedern und die entsprechenden Halterungen sind einstückig mit dem Wippanker verbunden. An beiden Enden des Wippankers ist zu beiden Seiten jeweils eine einen elektrischen Arbeitskontakt aufweisende Kontaktfeder angeformt. Der Wippanker besteht aus einer dünnen Schicht eines elastischen Materials, wie Eisen-Nickel oder Silizium-10 oxidi, so daß bei einer Auslenkung eines Endes des Wippankers sowohl eine Drehung um die durch die beiden Torsionsfedern gebildete Achse als auch eine Verbiegung des aufliegenden Armes des Wippankers selbst erfolgt. An jedem Ende des Wippankers ist ein Körper mit einem weichmagnetischen Material, wie Eisen-Nickel, angebracht. Unterhalb dieser Bereiche befinden sich auf dem den Wippanker tragenden Grundteil jeweils zwei Spulen, die an den beiden Enden eines Permanentmagneten angeordnet sind. Die 15 Spulenkerne stehen senkrecht zum Permanentmagneten und senkrecht zu dem weichmagnetischen Körper des Wippankers, so daß beim Schließen des Wippankers ein magnetischer Kreis geschlossen wird. Durch die elastische Verbiegung des aufliegenden Wippanker-Endes wird erreicht, daß der weichmagnetische Körper plan auf den beiden aus dem 20 Grundteil herausragenden Spulenkernen aufliegt.

Ein andere Bauform eines miniaturisierten Relais wird in der WO 95/17760 beschrieben. Auch hier ist ein Wippanker einstückig über zwei seitlich angeordnete Torsionsfedern mit 25 einem äußeren Rahmen verbunden. Der Wippanker weist auf seiner Oberseite eine flache Spulenanordnung auf, die mittels elektrischer Leiter über die Torsionsfedern kontaktiert ist. Auf der Oberseite des den Wippanker tragenden Rahmens befindet sich ein weiterer Rahmen, der in den den 30 Enden des Wippankers gegenüberliegenden Bereichen jeweils zwei Dauermagnete aufweist. Unterhalb des den Wippanker tragenden Rahmens befindet sich ein Grundteil das gegenüber den beiden, die beweglichen Arbeitskontakte tragenden Enden des Wippankers jeweils feststehende Arbeitskontakte aufweist. Entsprechend dem oberen Rahmen weist auch das Grundteil Permanentmagnete auf, die sowohl antiparallel zueinander als auch antiparallel zu den auf dem oberen Rahmen angeordneten Permanentmagneten ausgerichtet 35 sind, wodurch sich eine bistabile Relaisanordnung ergibt. Je nach der Richtung des durch die auf dem Wippanker angeordneten Spule fließenden Stroms wird das Relais in die eine oder andere Arbeitsposition geschaltet.

Die oben beschriebenen, miniaturisierbaren Relais mit Wippanker sind jedoch im Bereich der Torsionsfedern hohen lokalen mechanischen Spannungen ausgesetzt, da der Wippanker durch einen Zugankereffekt nicht nur um die durch die Torsionsfedern gebildete Achse gedreht sondern auch in Richtung des magnetischen Steuerkreises angezogen wird. Darüber hinaus kann eine lokale magnetische Sättigung in der Ankerplatte zu Streuverlusten führen. Die beiden nachfolgend aufgeführten Mikrorelais Konstruktionen umgehen dieses Problem, indem keine an Torsionsfedern 40 aufgehängene Wippanker verwendet werden.

Ein weiteres Mikrorelais in kompakter und flacher Bauform weist eine einstückig aus Silizium bestehende, über Mikrofedern mit einem äußeren Rahmen verbundene Platte auf (Micromachine Devices, September 1996, 7-8). Auf dem Grundteil aus einem ferromagnetischen Substrat sind flache Kupfer-Spulen angeordnet. Auf der Unterseite der 45 aufgehängten Silizium-Platte und den Spulen gegenüberliegend sind galvanisch abgeschiedene Plättchen aus einer Eisen-Nickel-Legierung angebracht. Die beweglichen Arbeitskontakte der Silizium-Platte und die gegenüberliegen-

den feststehenden Arbeitskontakte des Grundteils bestehen aus Gold. Das Relais, insbesondere die Silizium-Platte, zeichnet sich durch einen vom elektrischen Arbeitskreis getrennten magnetischen Kreis aus.

Ein anderes Mikrorelais (E. Fullin, et al., A new basic technology for magnetic micro-actuators, Proceedings of IEEE, 11th international Workshop on Micro Electro Mechanical Systems, January 25-29, 1998 Heidelberg, Germany, S. 143- 147) in flacher Bauform weist eine an zwei Biegebalken aufgehängte Platte aus einer auf einem Silizium- oder Siliziumoxid-Substrat galvanisch abgeschiedenen Nickel-Eisen-Legierung auf. Auf dem Grundteil aus einem Eisen-Silizium-Substrat sind zwei Spulen angeordnet. Bei Durchfluß eines elektrischen Stroms bewegt sich die Platte auf die Spulenkerne zu, wodurch der magnetische Kreis geschlossen wird. Die Platte weist an ihrer Unterseite zwei den feststehenden Arbeitskontakten des Grundteils gegenüberliegende Arbeitskontakte auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Relais gemäß des Oberbegriffs bereitzustellen, das miniaturisierbar ist, insbesondere bei dem in der Ankerplatte des Wippankers im Bereich der Torsionsfedern keine hohen lokalen mechanischen Spannungen und keine hohen lokalen magnetischen Sättigungen in der Ankerplatte auftreten.

Die Aufgabe wird erfundungsgemäß durch eine Relaiskonstruktion gelöst, bei der die zwei Torsionsfedern und die mindestens eine mit den Torsionsfedern verbundene Halteplatte in einer Ausnehmung der Ankerplatte des Wippankers angeordnet sind.

Hierdurch wird die Ankerplatte nicht wie bei bekannten Wippankern von außen über Torsionsfedern aufgehängt, sondern die Torsionsfedern und die Halteplatte sind vielmehr von der Ankerplatte umgeben. Damit kann die Halteplatte genau im Schwerpunkt der Ankerplatte liegen und fest mit dem Magnetsystem verbunden sein. Es existiert also im Gegensatz zu bekannten Relaiskonstruktionen mit seitlich an Torsionsfedern aufgehängtem Wippanker kein Luftspalt zwischen dem Magnetsystem und dem Wippanker im Bereich der Drehachse. Zum einen werden hierdurch Luftspaltverluste im Magnetkreis reduziert. Zum anderen verursacht die durch den Zugankereffekt hervorgerufene Anziehung keine zusätzliche Belastung der Torsionsfedern, da im Bereich der Drehachse des Wippankers die Halteplatte fest mit dem Magnetsystem in Verbindung steht.

Der Wippanker des erfundungsgemäßen Relais ist daher im Bereich der Torsionsfedern geringeren lokalen mechanischen Spannungen als Wippanker bekannter Relais ausgesetzt. Ebenfalls haben Simulationsrechnungen eine verbesserte magnetische Feldverteilung mit einer geringeren lokalen magnetischen Sättigung der Ankerplatte ergeben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Torsionsfedern und die Halteplatte einstücker Bestandteil der Ankerplatte. Hierdurch wird eine gleichzeitige Herstellung des gesamten Bauteils ermöglicht.

Vorteilhaft sind die Torsionsfedern in der Mitte der Ankerplatte bezogen auf die Längsrichtung der Ankerplatte angeordnet. Mit dieser symmetrischen Anordnung liegt die Halteplatte im Schwerpunkt der Ankerplatte.

Bevorzugt weist die Ankerplatte mindestens eine Schicht eines weichmagnetischen und/oder elektrisch leitfähigen Materials auf. Ist die Ankerplatte ein Bestandteil des elektrischen Arbeitskreises, so besteht die Ankerplatte in einer Schicht oder vollständig aus einem elektrisch leitfähigen Material. Ist die Ankerplatte gleichzeitig Bestandteil des elektrischen Arbeitskreises und des magnetischen Steuerkreises, so besteht die Ankerplatte bevorzugt in einer Schicht oder vollständig aus einem sowohl weichmagnetischen als auch elektrisch leitfähigen Material. Hierfür geeig-

nete Materialien sind beispielsweise Nickel-Eisen- oder Nickel-Kobalt-Legierungen.

Die Ankerplatte steht mit mindestens einer Kontaktfeder, die einen oder mehrere elektrische Arbeitskontakte aufweist, in Verbindung. Die Kontaktfeder kann hierzu über beispielsweise ein Isolierstück mit der Ankerplatte verbunden sein.

In einer Ausführungsform des Relais weist die Kontaktfeder einen Federarm und einen Kontaktarm auf. Ein Ende des Federarms ist mit der Ankerplatte verbunden, während mit dem anderen Ende ein senkrecht zum Federarm angeordneter Kontaktarm, der den elektrischen Arbeitskontakt aufweist, verbunden ist. Mit der Drehung der Ankerplatte kommt der bewegliche elektrische Arbeitskontakt des Wippankers mit dem feststehenden Arbeitskontakt des übrigen Relaisaufbaus abgefertigt in Kontakt. Je nach dem Verhältnis von Höhe und Breite des Querschnitts des Federarms kommt es hierbei zu einer Verbiegung und/oder Verdrehung des Federarms, wobei der Federarm als Biegebalken bzw. als Torsionsfeder dient. Von besonderem Vorteil hierbei ist, daß zwischen den beweglichen und den feststehenden Arbeitskontakten Reibung auftritt, was zu einem besseren elektrischen Kontakt und zu einer geringeren Störanfälligkeit führt. Hierzu bestehen die Kontakte vorteilhaft aus einem harten Material.

Vorteilhaft sind an den beiden Längsseiten der Ankerplatte jeweils ein oder zwei Kontaktfedern angeordnet, die sich über die beiden Enden der Ankerplatte hinaus erstrecken. Bei jeweils zwei Kontaktfedern können die Federarme derart an den Längsseiten der Ankerplatte angeordnet sein, daß sich jeweils zwei Kontaktarme gegenüberliegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kontaktfeder bzw. sind die Kontaktfedern einstücker Bestandteil der Ankerplatte. Hierbei ist die Ankerplatte vorteilhaft gleichzeitig Bestandteil des elektrischen Arbeitskreises und des Federsystems sowie des magnetischen Steuerkreises. Neben der kompakten Bauform wird dadurch auch eine gleichzeitige Herstellung der Ankerplatte und des Federsystems ermöglicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Relais weist der Wippanker mindestens zwei Schichten auf, wobei die erste Schicht ein weichmagnetisches Material, beispielsweise eine Nickel-Eisen-Legierung, und die zweite Schicht ein Material mit guter elektrischer Leitfähigkeit, beispielsweise eine Kupfer-Zinn-Legierung, aufweist. Vorteilhaft weist das Material der zweiten Schicht ebenfalls gute elastische Materialeigenschaften auf.

Nach dieser Ausführungsform kann die erste und die zweite Schicht zumindest die Ankerplatte, die Torsionsfedern und die Halteplatte umfassen, wobei die zweite Schicht zusätzlich zumindest die Kontaktfedern umfaßt.

Bevorzugt umfaßt bei dieser Ausführungsform die erste und die zweite Schicht zumindest die Ankerplatte, wobei die zweite Schicht zusätzlich zumindest die Halteplatte, die Kontaktfedern und die Torsionsfedern umfaßt. Besonders vorteilhaft verbindet hierbei die erste Schicht beide Ankerplattenhälften im Bereich der Torsionsfedern mittels jeweils mindestens eines der Torsionsfedern in ihrer Bewegbarkeit nicht einschränkenden Steges. Von besonderem Vorteil dieser Ausgestaltung der ersten Schicht ist, daß beide Ankerplattenhälften mechanisch und auch magnetisch über die die Torsionsfedern überbrückenden Stege besser miteinander verbunden sind. Hierdurch wird auch eine weitere Reduzierung der Breite des Wippankers ermöglicht. Die Torsionsfedern werden nur von der zweiten Schicht gebildet, die auch die Kontaktfedern und die Halteplatte umfaßt, wozu das Material entsprechend den Anforderungen an die elektrischen und mechanischen Eigenschaften ausgewählt werden

kann.

Das erfindungsgemäße Relais weist besonders vorteilhaft ein polarisiertes, bistabiles Magnetsystem auf. Es lassen sich jedoch auch andere, beispielsweise monostabile Magnetsysteme für das Relais verwenden.

Ein bevorzugtes Relais mit einem polarisierten, bistabilen Magnetsystem weist zwei über ein Joch miteinander verbundene und parallel zueinander angeordnete Spulen, die jeweils axial mit einem Spulenkerne durchsetzt sind, und einen mittig zwischen den beiden Spulen und parallel zu diesen angeordneten Permanentmagneten auf, auf dem über ein Trägerelement der Wippanker mit der Halteplatte befestigt ist. Die Spulenkerne sind vorteilhaft einstückiger Bestandteil des Jochs. Die Ankerplatte bildet mit ihren beiden Enden jeweils einen Arbeitsluftspalt mit jeweils einer Polschuhplatte, die jeweils auf einem dem Joch abgewandten Ende der beiden Spulenkerne angeordnet ist.

Vorteilhaft sind die Polschuhplatten und/oder die Enden der Ankerplatte derart angeschrägt, daß bei geschlossenem Wippanker ein Ende der Ankerplatte plan auf der jeweiligen Polschuhplatte aufliegt. Bei angeschrägten Enden der Ankerplatte kann hierzu die Materialstärke mindestens einer Schicht der Ankerplatte zu den beiden Enden hin abnehmen oder die Enden der Ankerplatte können gegenüber dem mittleren Bereich schräg nach oben gebogen sein. Bevorzugt weist jede Polschuhplatte mindestens einen feststehenden elektrischen Arbeitskontakt auf, der einem beweglichen Arbeitskontakt einer mit dem Wippanker in Verbindung stehenden Kontaktfeder gegenüberliegt.

Zur elektrischen Trennung des elektrischen Arbeitskreises vom magnetischen Steuerkreis ist vorteilhaft mindestens eine Isolierfolie zwischen den Polschuhplatten und den Spulen mit den Spulenkernen sowie zwischen dem Trägerelement und dem Permanentmagneten angeordnet. Hierdurch sind auch die beiden Polschuhplatten und das Trägerelement elektrisch voneinander getrennt.

Eine besonders flache Relaiskonstruktion kann bei der Verwendung von mikrotechnisch hergestellten Folienspulen erzielt werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Relais ist, daß keine seitlich am Wippanker angeordneten Halterungen, mit denen die Torsionsfedern verbunden sind, erforderlich sind. Damit wird im Vergleich zu den bekannten Relais eine miniaturisierte, kompakte Anordnung ermöglicht, die beispielsweise in tragbaren Telekommunikationsgeräten Verwendung finden kann.

In einem erfindungsgemäßen Relais können vorteilhaft zwei oder mehr Wippanker parallel zueinander angeordnet werden. Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform eines Relais mit einem polarisierten, bistabilen Magnetsystem und einem zwischen zwei Spulen angeordneten Permanentmagneten sind hierzu zwei oder mehr Wippanker über ein oder mehrere Trägerelemente auf dem Permanentmagneten angeordnet. Da nur ein Magnetsystem vorliegt, werden alle Wippanker gleichzeitig geschaltet.

Nach einer ersten Ausführungsvariante weist dieses Relais einen elektrischen Arbeitskreis auf. Die Wippanker sind über ein Trägerelement oder mehrere, elektrisch miteinander verbundene Trägerelemente auf dem Permanentmagneten befestigt. Auf jedem dem Joch abgewandten Ende der beiden Spulenkerne ist eine Polschuhplatte oder sind mehrere, elektrisch miteinander verbundene Polschuhplatten angeordnet.

Nach einer zweiten Ausführungsvariante weist das Relais hierbei mehrere voneinander getrennte elektrische Arbeitskreise auf. Jeder Arbeitskreis weist jeweils einen über ein Trägerelement auf dem Permanentmagneten befestigten Wippanker sowie jeweils mindestens eine auf jedem dem

Joch abgewandten Ende der beiden Spulenkerne angeordnete Polschuhplatte auf. Zur elektrischen Isolierung der elektrischen Arbeitskreise untereinander kann zwischen den jeweiligen Anordnungen aus zwei Polschuhplatten, Trägerelement und Wippanker jeweils eine Isolierfolie vorgesehen sein.

Beispielhafte Ausführungsformen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Wippanker eines erfindungsgemäßen Relais in perspektivischer Darstellung von oben,

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Relais mit dem Wippanker nach Fig. 1 in Explosionsdarstellung,

Fig. 3a einem aus zwei Schichten bestehenden Wippanker eines erfindungsgemäßen Relais in perspektivischer Darstellung von unten,

Fig. 3b den Wippanker nach Fig. 3a in perspektivischer Darstellung von oben, geschnitten von der Seite.

In der Fig. 1 ist ein Wippanker 1 von oben in perspektivischer Darstellung gezeigt. In der Mitte der Ankerplatte 2 be-

findet sich eine rechteckförmige, über die gesamte Dicke des Materials der Ankerplatte erstreckende Ausnehmung 5, die zwei kleinere quer zur Längsrichtung 6 der Ankerplatte 2 angeordnete Ausnehmungen mit umfaßt. In dieser Ausnehmung 5 ist eine Halteplatte 4 angeordnet, von der sich zwei Torsionsfedern 3a, 3b zu gegenüberliegenden Seiten der Ankerplatte 2 erstrecken. Die Halteplatte 4 wird mit dem Magnetsystem des Relais fest verbunden. Hierzu sind in der Halteplatte 4 zwei Bohrungen 8a, 8b zur Aufnahme von Verbindungsstiften vorgesehen. Damit ist die Ankerplatte 2 um die durch die Torsionsfedern 3a, 3b gebildete Achse drehbar aufgehängt. Torsionsfedern 3a, 3b und Halterung 4 sind einstückiger Bestandteil der Ankerplatte und weisen die gleiche Materialdicke auf. An den beiden Längsseiten 7a, 7b der Ankerplatte 2 sind jeweils zwei Kontaktfedern 9a, 9b und 9c, 9d angeordnet. Jede Kontaktfeder 9a-d weist einen Federarm 10a-d auf, der an einem Ende mit der Ankerplatte 2 verbunden ist und an seinem anderen Ende einen senkrecht zum Federarm 10a-d angeordneten Kontaktarm 11a-d aufweist. Auf der hier nicht dargestellten Unterseite weisen die Kontaktarme 11a-d elektrische Arbeitskontakte 12a-d auf, die bei einer Relaisanordnung den feststehenden elektrischen Arbeitskontakten gegenüberliegen. Die im Vergleich zu den Federarmen 10a-d steiferen Kontaktarme 11a-d sind um die als Torsionsarme ausgebildeten Federarme 10a-d drehbar, so daß die elektrischen Arbeitskontakte 12a-d federnd mit den hier nicht dargestellten feststehenden elektrischen Arbeitskontakten der Relaisanordnung in Kontakt gebracht werden können. Die Kontaktfedern 9a-d sind ebenfalls einstückiger Bestandteil der Ankerplatte 2.

In der Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßes Relais, das den in Fig. 1 gezeigten Wippanker aufweist, mit den wichtigsten Komponenten in Explosionsdarstellung gezeigt. Die den Wippanker betreffenden Bezugssymbole wurden gleich den in der Fig. 1 verwendeten Bezugssymbole gewählt.

Der magnetische Steuerkreis dieses Relais besteht aus einer symmetrischen Anordnung zweier Spulen 21a, 21b auf einem Joch 22, die jeweils von einem Spulenkerne 23a, 23b axial durchsetzt sind. Die Spulenkerne 23a, 23b sind einstückiger Bestandteil des Jochs 22. Mittig ist ein parallel zu den beiden Spulen 21a, 21b ausgerichteter Permanentmagnet 20 angeordnet. Bei einer miniaturisierten Ausführung kann ein Permanentmagnet mit hohen Feldstärken, beispielsweise aus Seltenerdmaterialien, verwendet werden. Auf dem Permanentmagnet 20 befindet sich ein Trägerelement 28 aus einem weichmagnetischen Material, das über zwei Stifte 29a, 29b mit der Halteplatte 4 des Wippankers 1 mechanisch und elektrisch in Verbindung steht. Das Trägerelement 28 kann zur Sammlung des magnetischen

Flusses breiter als der Permanentmagnet 20 gestaltet sein. Auf den beiden dem Joch 22 abgewandten Enden der Spulenkerne 23a, 23b ist jeweils eine Polschuhplatte 25a, 25b aus einem weichmagnetischen Material angebracht, die zwei feststehende elektrische Arbeitskontakte 26a, 26b bzw. 26c, 26d aufweist. Die beiden Polschuhplatten 25a, 25b bilden mit den beiden Enden der Ankerplatte 2 jeweils einen Arbeitsluftspalt. Um hierzu bei geschlossenem Wippanker eine plane Auflage des betreffenden Endes der Ankerplatte 2 zu gewährleisten, sind die Polschuhplatten 25a, 25b leicht angeschrägt ausgebildet. Die beiden Polschuhplatten 25a, 25b und das Trägerelement 28 weisen zur Kontaktierung jeweils einen elektrischen Anschluß 27a, 27b bzw. 30 auf und sind gegenüber den Spulen 21a, 21b und dem Permanentmagneten 20 mittels einer Isolierfolie 24, beispielsweise aus Polyimid, elektrisch isoliert. Die an den Kontaktarmen 9a-d des Ankerplatte 2 angeordneten, beweglichen Arbeitskontakte 12a, 12b sowie 12c, 12d liegen gegenüber den feststehenden Arbeitskontakten 26a, 26b bzw. 26c, 26d und können durch Bestromung der Spule bzw. der Spulen geöffnet bzw. geschlossen werden. Durch die symmetrische Anordnung des Magnetkreises ist dieses polarisierte Relais bistabil, wobei die Ankerplatte 2 sowohl Bestandteil des elektrischen Arbeitskreises als auch des magnetischen Steuerkreises ist.

Ein aus den in Fig. 2 dargestellten Komponenten aufgebautes Relais wies eine Baugröße des Gehäuses von kleiner als  $8 \times 6 \times 3 \text{ mm}^3$  auf. Die Schließkraft der elektrischen Arbeitskontakte war größer als 20 mN, wobei die feststehenden und die beweglichen Arbeitskontakte einen Abstand größer als 0,3 mm aufwiesen. Durch den Einsatz der Isolierfolie 24 konnte eine Stoßspannungsfestigkeit von über 1500 V erzielt werden. Die Leistungsaufnahme betrug weniger als 140 mW.

Der in diesem Relais verwandte Wippanker einer Breite von 5,6 mm und einer Länge von 7,8 mm bestand einstückig aus einer etwa 300  $\mu\text{m}$  dicken Schicht einer Nickel-Eisen-Legierung. Die kleinsten lateralen Abmessungen von etwa 50  $\mu\text{m}$  wiesen die Torsionsfedern 3a, 3b und die den Kontaktfedern 9a-d zugehörigen Torsionsfedern 10a-d auf. Die Torsionsfedern 3a, 3b hin zur Ankerplatte 2 umgebenden Luftspalte wiesen eine Breite von etwa 50  $\mu\text{m}$  auf.

Der Wippanker wurde mittels Feindraht-Erodieren aus einem Blech einer Nickel-Eisen-Legierung hergestellt. Dieses weichmagnetische Material wies eine Sättigungsinduktion von etwa 2 T und eine Anfangspermeabilitätszahl von über 2000 auf. Mit einer Zugfestigkeit von über 300 N/mm<sup>2</sup> erfüllt dieses Material auch die Anforderungen an die in der Ankerplatte integrierten Federsysteme.

Ein weiteres geeignetes Herstellungsverfahren für solche Wippanker ist die Strukturierung eines strahlungsempfindlichen Polymermaterials (Resist) mittels UV-Strahlung unter Verwendung einer Maske und die anschließende galvanische Abscheidung eines Metalls oder einer Legierung in die in einem Entwicklungsschritt freigelegten belichteten bzw. unbelichteten Resistbereiche.

Nach einem weiteren geeigneten Verfahren wird mittels Röntgentiefenlithographie und anschließender galvanischer Abscheidung, d. h. mittels der LIGA-Technik, ein Formen-  
satz erhalten, der zum Spritzgießen von Kunststoffkörpern, beispielsweise auf einer metallischen Halteplatte, verwendet wird. Mittels nochmaliger galvanischer Abscheidung kann die metallische Ankerplatte erhalten werden, wobei der Kunststoffkörper hierbei als verlorene Form dient.

Das erfundungsgemäße Relais kann jedoch auch ein von diesem Ausführungsbeispiel unterschiedliches Magnetsystem, beispielsweise wie in der DE 33 03 665 A1 dargestellt, aufweisen.

Ein Wippanker 1 aus zwei Schichten 15a, 15b eines erfundungsgemäßen Relais ist in den Fig. 3a und 3b dargestellt. Während die Fig. 3a eine perspektivische Darstellung von unten zeigt, ist in der Fig. 3b eine perspektivische Darstellung von oben mit der Ankerplatte 2 im Schnitt von der Seite gezeigt, wobei die zweite Schicht 15b gegen die erste Schicht 15a zurückversetzt dargestellt ist. Zur leichteren Zuordnung wurden für Teile gleicher Funktionalität die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwandt. Die untere, erste Schicht 15a umfaßt die Ankerplatte 2. Die obere, zweite Schicht 15b umfaßt die Ankerplatte 2 mit den beiden Torsionsfedern 3a, 3b, die mit der Halteplatte 4 verbunden sind, die Halteplatte 4 sowie die an den Längsseiten der Ankerplatte 2 angeordneten Kontaktfedern 9a-d. Die Halteplatte 4 und die Torsionsfedern 3a, 3b sind in einer Ausnehmung 5 der Ankerplatte 2 angeordnet. Durch die Ausnehmung 5 einschließlich der freien Bereiche für die Torsionsfedern 3a, 3b besteht die Ankerplatte 2 der zweiten Schicht 15b aus zwei Hälften 2a, 2b, die im Übergangsbereich zu den beiden Torsionsfedern 3a, 3b und den Kontaktfedern 9a-d miteinander in Verbindung stehen. Die erste Schicht 15a verbindet dagegen die beiden Hälften 2a, 2b der Ankerplatte 2 mittels jeweils eines Steges 16a, 16b, der die Torsionsfedern 3a, 3b überbrückt, ohne diese in ihrer freien Drehbarkeit zu beeinträchtigen. Die erste Schicht 15a weist hierzu im Bereich unterhalb der Torsionsfedern 3a, 3b eine geringere Materialdicke auf, so daß die Torsionsfedern 3a, 3b nicht berührt werden. In den übrigen Bereichen der Ankerplatte 2 ist die erste Schicht 15a mit der zweiten Schicht 15b verbunden. Die erste Schicht 15a ist Bestandteil des Magnetsystems und besteht hierzu aus einem weichmagnetischen Material. Die zweite Schicht 15b, die die Kontaktfedern 9a-d und die Torsionsfedern 3a, 3b aufweist, besteht aus einem elektrisch gut leitfähigen Federmaterial.

Für den in den Fig. 3a und 3b dargestellten Wippanker 1 eignet sich für die erste Schicht beispielsweise eine Nickel-Eisen-Legierung einer Dicke von 300  $\mu\text{m}$  und für die zweite Schicht 15b ein Kupfer-Zinn-Legierung einer Dicke von etwa 50  $\mu\text{m}$ , wobei die Torsionsfedern eine Breite von etwa 300  $\mu\text{m}$  aufweisen. Die zweite Schicht kann durch Feinschneiden (Stanzen) strukturiert werden. Hierauf kann die erste Schicht durch galvanische Abscheidung aufgebracht werden, wobei die Stege 16a, 16b mittels einer Opferschicht von den Torsionsfedern 3a, 3b beabstandet werden. Nach einer anderen Variante wird die erste Schicht 15a getrennt von der zweiten Schicht 15b, beispielsweise durch Feinschneiden (Stanzen), hergestellt, wobei gleichzeitig die Bereiche der Stege 16a, 16b strukturiert werden. Anschließend wird die erste Schicht 15a mit der zweiten Schicht 15b, beispielsweise durch Schweißen, verbunden.

Der Wippanker nach den Fig. 3a und 3b kann beispielsweise in einem erfundungsgemäßen Relais nach Fig. 2 verwendet werden. Hierzu wird die Halteplatte 4, bestehend aus der zweiten Schicht 15b, auf dem Trägerelement 28 derart befestigt, daß die erste Schicht 15a der Ankerplatte 2 aus weichmagnetischem Material dem Trägerelement 28 und den Polschuhplatten 25a, 25b gegenüberliegt. Da die Halteplatte 4 nur aus der zweiten Schicht 15b besteht, ist zur Beibehaltung der Arbeitsluftspalte ein im Vergleich zu Fig. 2 um die Dicke der ersten Schicht 15a erhöhtes Trägerelement 28 erforderlich. Es ist jedoch auch möglich, die Halteplatte 4 aus den gleichen Schichten 15a, 15b wie die Ankerplatte 2 aufzubauen.

Durch die erfundungsgemäße Ausgestaltung des Wippankers kann das Relais in miniaturisierter Bauform aus wenigen Komponenten in wenigen Arbeitsschritten und damit sehr kostengünstig gefertigt werden. Die Komponenten können einfach zusammengesteckt und gegebenenfalls mit-

tels eines Klebers in ihrer Lage fixiert oder von einem Kunststoff umgossen werden, was eine automatisierte Fertigung ermöglicht. Sehr vorteilhaft eignet sich für die Montage des erfundungsgemäßen Relais ein Batch-Prozeß, bei dem die einzelnen Komponenten aus übereinanderliegenden geeigneten Magazinen oder Wafern zusammengefügt werden. Zur Realisierung einer flachen Bauweise können vor teilhaft Folienspulen Verwendung finden.

Das Relais oder die Anordnung mehrerer Relais kann in einem gegen äußere Einflüsse abgedichtetes Gehäuse untergebracht sein, wobei an der Unterseite elektrische Kontakte, beispielsweise für eine SMD-Montage, vorzusehen sind.

## Bezugszeichenliste

1 Wippanker	15
2 Ankerplatte	
2a, 2b Ankerplattenhälfte	
3a, 3b Torsionsfeder	20
4 Halteplatte	
5 Ausnehmung	
6 Längsrichtung der Ankerplatte	
7a, 7b Längsseite	
8a, 8b Bohrung	
9a-d Kontaktfeder	25
10a-d Federarm	
11a-d Kontaktarm	
12a-d beweglicher Arbeitskontakt	
15a erste Schicht	30
15b zweite Schicht	
16a, 16b Steg	
20 Permanentmagnet	
21a, 21b Spule	
22 Joch	
23a, 23b Spulenkern	35
24 Isolierfolie	
25a, 25b Polschuhplatte	
26a-d feststehender Arbeitskontakt	
27a, 27b elektrischer Anschluß	40
28 Trägerelement	
29a, 29b Stift	
30 elektrischer Anschluß	

## Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Relais mit mindestens einem Wippanker (1), bei dem eine Ankerplatte (2) über zwei Torsionsfedern (3a, 3b), die mit mindestens einer Halteplatte (4) verbunden sind, quer zur Längsrichtung (6) der Ankerplatte (2) drehbar aufgehängt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Torsionsfedern (3a, 3b) und die mindestens eine mit den Torsionsfedern (3a, 3b) verbundene Halteplatte (4) des Wippankers (1) in einer Ausnehmung (5) der Ankerplatte (2) angeordnet sind.	45
2. Relais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Torsionsfedern (3a, 3b) und die Halteplatte (4) des Wippankers (1) einstückiger Bestandteil der Ankerplatte (2) sind.	50
3. Relais nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Torsionsfedern (3a, 3b) des Wippankers (1) in der Mitte der Ankerplatte (2) bezogen auf die Längsrichtung (6) der Ankerplatte angeordnet sind.	60
4. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankerplatte (2) des Wippankers (1) mindestens eine Schicht eines weichmagnetischen und/oder elektrisch leitfähigen Materials aufweist.	65

5. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankerplatte (2) des Wippankers (1) mit mindestens einer mindestens einen elektrischen Arbeitskontakt (12a-d) aufweisenden Kontaktfeder (9a-d) verbunden ist.

6. Relais nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfeder (9a-d) des Wippankers (1) einen mit der Ankerplatte (2) verbundenen Federarm (10a-d) und einen mit dem anderen Ende des Federarms verbundenen, senkrecht zum Federarm angeordneten, den elektrischen Arbeitskontakt (12a-d) aufweisenden Kontaktarm (11a-d) aufweist.

7. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ankerplatte (2) des Wippankers (1) an den beiden Längsseiten (7a, 7b) angeordnete und sich über die beiden Enden der Ankerplatte (2) hinaus erstreckende Kontaktfedern (9a-d) aufweist.

8. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfeder bzw. Kontaktfedern (9a-d) des Wippankers (1) einstückiger Bestandteil der Ankerplatte (2) ist bzw. sind.

9. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wippanker (1) mindestens zwei Schichten (15a, 15b) aufweist, wobei die erste Schicht (15a) ein weichmagnetisches Material und die zweite Schicht (15b) ein Material mit guter elektrischer Leitfähigkeit aufweist.

10. Relais nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Schicht (15a, 15b) zumindest die Ankerplatte (2) umfassen, wobei die zweite Schicht (15b) zusätzlich zumindest die Torsionsfedern (3a, 3b), die Kontaktfedern (9a-d) und die Halteplatte (4) umfaßt.

11. Relais nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (15a) beide Ankerplattenhälften (2a, 2b) im Bereich der Torsionsfedern (3a, 3b) mittels jeweils mindestens einer die Torsionsfedern (3a, 3b) in ihrer Bewegbarkeit nicht einschränkenden Steges (16a, 16b) verbindet.

12. Relais nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais ein polarisiertes, bistabiles Magnetsystem aufweist.

13. Relais nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch zwei über ein Joch (22) miteinander verbundene und parallel zueinander angeordnete Spulen (21a, 21b), die jeweils axial mit einem Spulenkern (23a, 23b) durchsetzt sind, mit einem mittig zwischen den beiden Spulen (21a, 21b) und parallel zu diesen angeordneten Permanentmagneten (20), auf dem über ein Trägerelement (28) der Wippanker (1) mit der Halteplatte (4) befestigt ist, wobei die Ankerplatte (2) mit ihren beiden Enden jeweils einen Arbeitsluftspalt mit jeweils einer Pol schuhplatte (25a, 25b) bildet, die jeweils auf einem dem Joch (22) abgewandten Ende der beiden Spulenkerne (23a, 23b) angeordnet ist.

14. Relais nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch derart angeschrägte Pol schuhplatten (25a, 25b) und/oder angeschrägte Enden der Ankerplatte (2), daß bei geschlossenem Wippanker (1) ein Ende der Ankerplatte (2) plan auf der jeweiligen Pol schuhplatte (25a, 25b) aufliegt.

15. Relais nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß jede Pol schuhplatte (25a, 25b) mindestens einen feststehenden elektrischen Arbeitskontakt (26a-d) aufweist.

16. Relais nach einem der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch mindestens eine Isolierfolie (24),

die zwischen den Polschuhplatten (25a, 25b) und den Spulen (21a, 21b) mit den Spulenkerne (23a, 23b) sowie zwischen dem Trägerelement (28) und dem Permanentmagneten (20) angeordnet ist.

17. Relais nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (21a, 21b) Folienspulen sind. 5

18. Relais nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Permanentmagneten (20) über ein oder mehrere Trägerelemente (28) 10 zwei oder mehr Wippanker (1) angeordnet sind.

19. Relais nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch einen elektrischen Arbeitskreis, wobei die Wippanker (1) über ein Trägerelement (28) oder mehrere, elektrisch miteinander verbundene Trägerelemente auf dem 15 Permanentmagneten (20) befestigt sind, und wobei auf jedem dem Joch (22) abgewandten Ende der beiden Spulenkerne (23a, 23b) eine Polschuhplatte (25a, 25b) oder mehrere, elektrisch miteinander verbundene Pol- 20 schuhplatten angeordnet ist bzw. sind.

20. Relais nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch mehrere voneinander getrennte elektrische Arbeits- kreise, die jeweils mindestens einen über ein Trägerelement (28) auf dem Permanentmagneten (28) befestig- 25 ten Wippanker (1) sowie jeweils mindestens ein auf je- dem dem Joch (22) abgewandten Ende der beiden Spu- lenkerne (23a, 23b) angeordnete Polschuhplatte (25a, 25b) aufweisen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

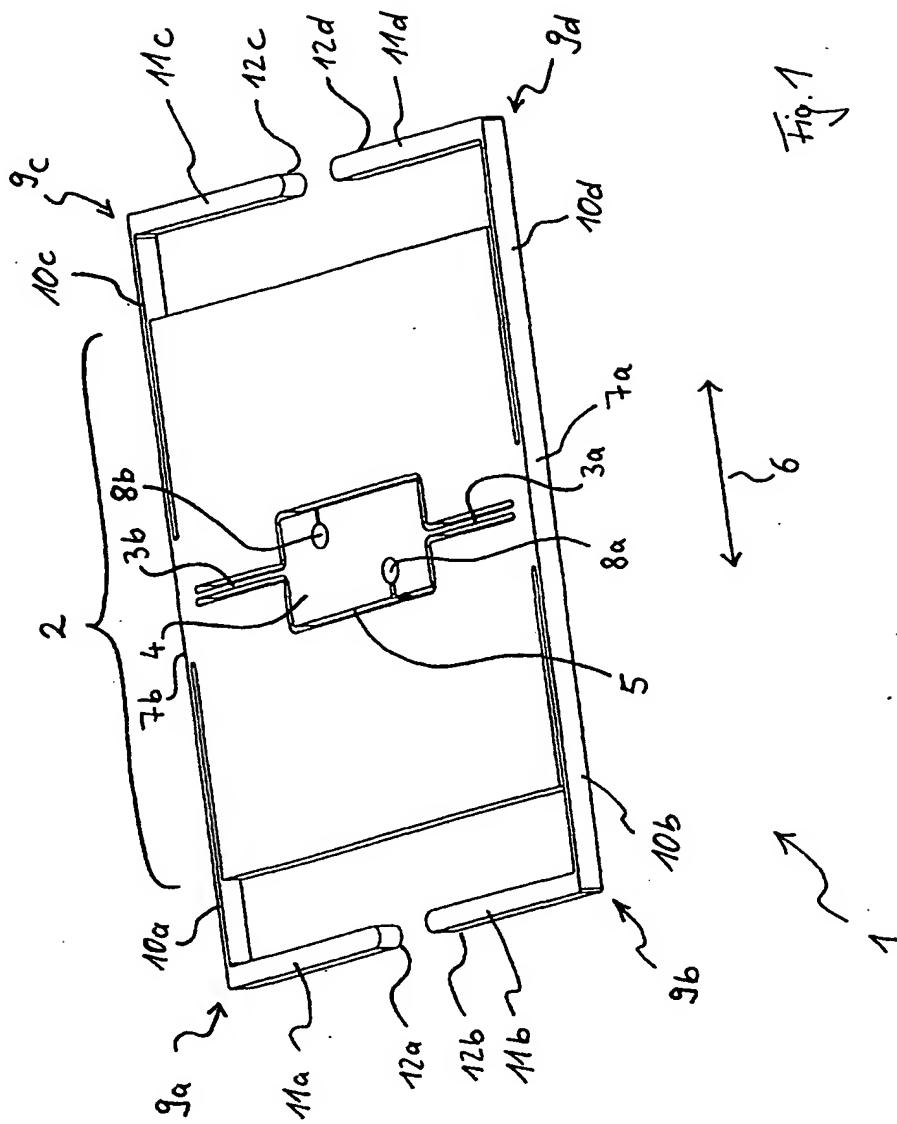
50

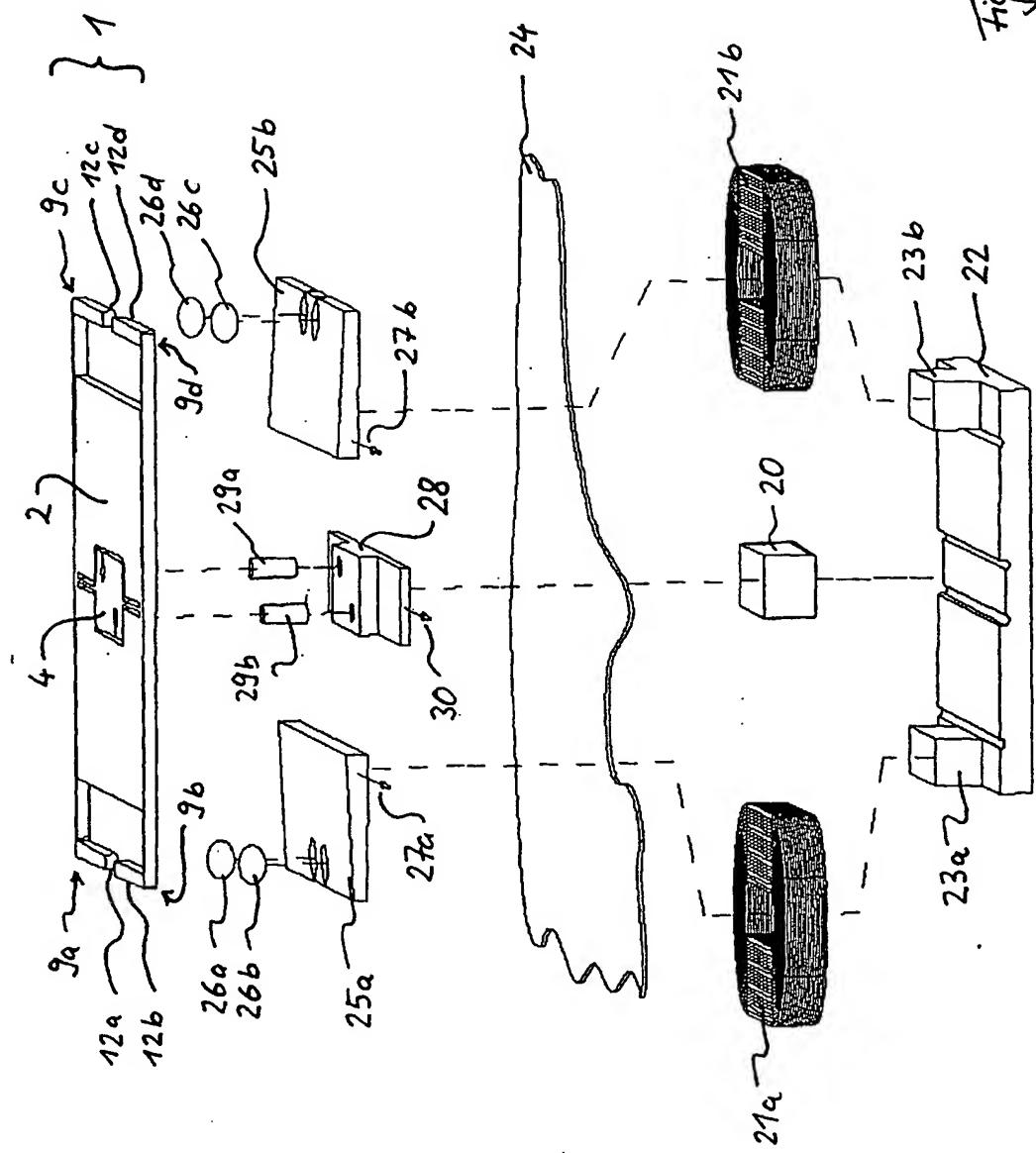
55

60

65

**- Leerseite -**





BEST AVAILABLE COPY

